

2-3211

КОНТРОЛЬНЫЙ
ЭКЗЕМПЛЯР



ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

ДЕТАЛИ ПРИБОРОВ
ВЫСОКОТОЧНЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ.
СТАБИЛИЗАЦИЯ РАЗМЕРОВ
ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

ТИПОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

ОСТ 4 ГО.054.103

Редакция 1-74

Издание официальное

отд 2850	исполним	Проверил	Нач. отд	Гл. инж.
302.119-2005	Романова	Степанова	Цсупов	Родич
от 18.02.05	от 18.02.05	Винниченко	Зайцев	Васильев

Основание: см. записку № 89/2420 от 10.02.05
Разослать: 2041, 2111, 2113, 2118, 2611, 2612, 2621, 2720, 2850
Применяемость: "Сангур-1П"

УДК 658.512.6:621.785

Группа Т53

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

ДЕТАЛИ ПРИБОРОВ
ВЫСОКОТОЧНЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ.
СТАБИЛИЗАЦИЯ РАЗМЕРОВ
ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ
Типовые технологические процессы

ОСТ4 ГО.054.103

Редакция 1—74

Взамем

ОСТ4 ГО.054.037

Директивным письмом от 24 сентября 1974 г. № 22-108/19/417/17-42/52 стандарт внедряется как рекомендуемый с 1 июля 1975 г. до 1 июля 1976 г. срок введения стандарта как обязательного установлен с 1 июля 1976 г.

Настоящий стандарт устанавливает типовые технологические процессы стабилизирующей термической обработки деталей основного и вспомогательного производства и сборочных единиц высокоточных приборов, к которым по условиям эксплуатации и хранения предъявляются требования к постоянству размеров.

Стандарт разработан в соответствии с требованиями в развитие ГОСТ 17535—72.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Геометрическая нестабильность металлических деталей может быть следствием двух причин:

- наличия и постепенной релаксации внутренних напряжений, проходящей в материале изделий в условиях различных видов испытаний, хранения и эксплуатации;
- структурной нестабильности.

1.2. Преимущественное влияние первой или второй причины на развитие процессов, вызывающих геометрическую нестабильность, определяется маркой материала, его структурным состоянием, а также конфигурацией детали.

1.3. Все способы понижения внутренних напряжений или их стабилизации на определенном уровне, все способы увеличения стабильности структуры обеспечивают повышение постоянства размеров и формы деталей.

1.4. Рассматриваются следующие методы стабилизирующей обработки:

- стабилизирующий нагрев (отжиг, отпуск, старение);
- обработка при температуре ниже 0°C (обработка холодом);
- термодинамическая стабилизирующая обработка (ТДСО).

218/105
Издание официальное

Перепечатка не допускается

1.5. Стабилизирующий нагрев является основным средством стабилизации структуры и понижения внутренних напряжений. Температура нагрева с целью стабилизации структуры зависит от природы сплава, его структурного состояния и предшествующих технологических операций (горячей или холодной пластической деформации, механической обработки резанием и т. д.).

Эффективность нагрева с целью снятия внутренних напряжений увеличивается с повышением температуры.

1.6. Обработка холодом стальных деталей высокоточных приборов необходима при содержании в структуре остаточного аустенита. Указанную обработку следует производить непосредственно после закалки (перед отпуском на требуемую твердость) в интервалах температур от минус 50 до минус 190°C.

Обработка холодом стальных деталей в отожженном состоянии или из закаленной стали, не содержащей в структуре остаточного аустенита, нецелесообразна.

1.7. Термоциклическая стабилизирующая обработка, заключающаяся в чередовании операции нагрева и охлаждения, применяется для:

- стабилизации размеров деталей, материал которых содержит фазы с резко различающимися коэффициентами линейного расширения;

- стабилизации размеров ответственных деталей приборов из сплавов, содержащих фазы с различающимися коэффициентами линейного расширения, или деталей из различных материалов.

1.8. При назначении режимов термоциклической стабилизирующей обработки нижняя температура цикла, в зависимости от возможностей производственного оборудования, должна быть минимальной.

Скорость охлаждения деталей и сборочных единиц до минусовой температуры практически не влияет на эффективность циклической обработки, поэтому она может иметь любое значение (в зависимости от источника охлаждения).

1.9. Температура и скорость нагрева при термоциклической стабилизирующей обработке должна быть максимальной, но ограничиваться требованиями сохранения физико-механических свойств и качества поверхности. Для алюминиевых сплавов в термически упрочненном состоянии температура нагрева ограничивается температурой искусственного старения, для неупрочняемых сплавов может соответствовать температуре обычного отжига.

Термоциклическая обработка во всех случаях заканчивается операцией нагрева.

50/1/81

1.10. При изготовлении деталей высокоточных приборов необходимо чередование операций механической обработки и операций термической стабилизации размеров для того, чтобы возникающие при обработке напряжения снимались по мере появления — это позволяет получить минимальный уровень остаточных напряжений.

1.11. Кратность указанного чередования, т. е. число промежуточных термических операций, зависит от:

- требуемой степени постоянства размеров;
- габаритных размеров и сложности конфигурации деталей;
- соотношения между поверхностью и массой изделия, а также между всей поверхностью и частью, подвергаемой механической обработке.

При высоких требованиях к постоянству размеров и при механической обработке большей части поверхности (особенно при малой толщине стенок) необходимо неоднократное чередование механических и термических операций.

1.12. Во избежание коробления стабилизирующую обработку тонкостенных деталей сложной формы рекомендуется проводить в приспособлениях, фиксирующих геометрию деталей.

1.13. В зависимости от конфигурации и габаритных размеров деталей припуск на механическую обработку по усмотрению технолога может быть изменен.

1.14. В зависимости от специфики производства последовательность операций может быть изменена по усмотрению технолога.

1.15. Если недопустимо окисление поверхностей деталей, стабилизирующую обработку следует проводить в вакууме или в защитной среде.

1.16. Разрыв во времени между операциями охлаждения и нагрева при термоциклической обработке не регламентируется.

1.17. Обработка холодом должна производиться не позже, чем через 2 ч после закалки.

1.18. Охлаждение с печью должно проводиться со скоростью не более $100^{\circ}\text{C}/\text{ч}$.

1.19. Все закаленные детали с твердостью $\text{HRC} \geq 50$ для уменьшения шлифовочных напряжений не позднее трех часов после шлифовки подвергать отпуску при температуре на $30-50^{\circ}\text{C}$ ниже температуры, предшествующей стабилизирующей обработке, с выдержкой не менее трех часов.

1.20. Для деталей с большим объемом механической обработки стабилизирующую термическую обработку проводить в два приема. При этом суммарная продолжительность операций не должна превышать время, предусмотренное настоящим стандартом.

21/07/08

1.21. Для деталей из дисперсионно-твердеющих сплавов, термически обрабатываемых для получения высокой твердости, упрочняющее старение допускается проводить перед окончательной механической обработкой.

1.22. Время выдержки нагрева для закалки, нормализации и отпуска (когда время не указывается) назначают в зависимости от толщины стенок деталей и возможностей производственного оборудования (печей, соляных ванн и т. п.).

1.23. В зависимости от деталей и специфики производственных условий защитное покрытие может производиться после окончательной механической обработки или после стабилизирующего старения. Если в этом случае нанесение покрытия связано с нагревом при температуре 100°C и выше, заключительная операция стабилизирующей обработки опускается.

1.24. По требуемой степени постоянства геометрической формы и размеров, детали высокоточных приборов делятся на три категории.

Категорию деталей определять согласно данным приложения 2 ГОСТ 17535—72.

1.25. Детали высокоточных приборов должны изготавливаться из материалов с характеристиками размерной стабильности, приведенными в приложении 3 ГОСТ 17535—72.

1.26. В зависимости от способа сборки и механической обработки в сборке все сборочные единицы условно можно разделить на три типа:

1 тип. Соединение деталей методом запрессовки, съем металла при этом не более 0,3 мм на сторону; поверхность съема металла не более 20% поверхности сборочных единиц.

2 тип. Соединение деталей винтами, болтами и т. д., съем металла 0,2—1,0 мм на сторону; поверхность съема составляет 20—60% общей поверхности сборочных единиц.

3 тип. Сборочные единицы аналогичные типу 2, но со съемом металла не более 0,2 мм на сторону; поверхность съема металла не более 20% поверхности сборочных единиц.

1.27. Пример записи в технической документации процесса стабилизирующей термической обработки:

— для деталей 3-категории с твердостью HRC 40...45: «Стабилизировать по 3 категории HRC 40...45 ОСТ 4 ГО.054.103»;

— для сборочных единиц 3 типа: «Стабилизировать по 3 типу ОСТ 4 ГО.054.103».

20/10/08

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2.1. Детали, поступающие на термическую обработку, не должны быть более 400 мм и должны удовлетворять следующим требованиям:

- соответствовать требованиям чертежа и технологической карты, должны быть приняты ОТК по предшествующим операциям;
- детали перед термической обработкой должны быть тщательно очищены от грязи, масла, краски и обезжирены;
- детали не должны иметь острых углов, резких переходов от толстых сечений к тонким.

2.2. Детали, прошедшие термическую обработку, должны удовлетворять требованиям чертежа и технологии.

3. СХЕМЫ ТИПОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ И СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ ВЫСОКОТОЧНЫХ ПРИБОРОВ.

РЕЖИМЫ ОСНОВНОЙ И СТАБИЛИЗИРУЮЩЕЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ И СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

3.1. Схемы типовых технологических процессов изготовления деталей высокоточных приборов и режимы основной и стабилизирующей термической обработки для наиболее распространенных черных и цветных металлов приведены в табл. 1—31.

Операции стабилизирующего отпуска по режиму II (табл. 13—16 операция 6; табл. 17, 18, операция 8) стальных деталей и стабилизирующего отжига по режиму II (табл. 30, 31, операция 5) титановых сплавов, имеющих окончательно обработанные поверхности, производить в вакууме при остаточном давлении $P_{ост} < 10^{-3}$ мм.рт.ст. или в печах с нейтральной атмосферой. Для стальных деталей допускается стабилизирующий отжиг по режиму II производить в печах без защитной атмосферы с последующей обязательной электропolarity. при этом на поверхностях с допуском на размер менее 0,2 мм должен быть оставлен припуск 0,2—0,5 мм.

3.2. Для деталей простой формы с симметричным сечением металла, но с высокими требованиями по размерной стабильности, допускается отдельные операции опускать.

3.3. В случае получения заготовок из стали 268Л и сплавов АЛ9 специальными видами литья (по выплавляемым моделям, под давл-

лением и т. д.) с небольшими припусками на механическую обработку (не более 1,5 мм) операции 3 и 4 табл. 1 и операции 3 и 4 табл. 13 разрешается не производить.

3.4. При изготовлении деталей из цементируемых сталей после операции 3 табл. 21 допускается оставлять большой припуск на поверхностях, не подвергающихся цементации, который удаляется после цементации. Вместо меднения мест, не подвергающихся цементации, допускается на этих поверхностях оставлять припуск, превышающий глубину слоя, который удаляется после цементации.

3.5. Схемы типовых технологических процессов изготовления деталей, подвергающихся в процессе изготовления пайки твердым и мягким припоями, и режимы их стабилизирующей обработки приведены в табл. 32 - 34.

3.6. Схема типового технологического процесса изготовления и режимы стабилизирующей термической обработки сборочных единиц высокоточных приборов приведены в табл. 35 и 36.

3.7. Оборудование, применяемое при основной и стабилизирующей термической обработке деталей и сборочных единиц, приведено в рекомендуемом приложении.

20/18/70

Таблица 1

Схема типового технологического процесса изготовления деталей высокоточных приборов из литейных алюминиевых сплавов, не подвергающихся термическому упрочнению

Последовательность операций	Операции обработки деталей по категориям		
	1	2	3
1	Получение отливки		
2	Отжиг по режиму I		
3	Механическая обработка с оставлением припуска 0,2—0,5 мм на сторону по наиболее точным размерам	Предварительная механическая обработка с оставлением припуска 1,5—2,0 мм на сторону	
4	Гальваническое или лакокрасочное покрытие	Стабилизирующий отжиг по режиму II	
5	Окончательная механическая обработка	Чистовая механическая обработка с оставлением припуска 0,2—0,5 мм на сторону по наиболее точным размерам	
6	—	Гальваническое или лакокрасочное покрытие	Термоциклическая, стабилизирующая обработка по режиму III
7	—	Окончательная механическая обработка	Гальваническое или лакокрасочное покрытие
8	—	—	Окончательная механическая обработка
9	—	—	Заключительное старение по режиму IV

Примечание. Термоциклическая стабилизирующая обработка может производиться после окончательной механической обработки.

50/15/10

Таблица 2

Режимы термической обработки деталей высокоточных приборов из литейных алюминиевых сплавов, применяемых без термического упрочнения

Марка сплава	Наименование термической операции	Температура нагрева или охлаждения, °C	Время выдержки, ч	Условия охлаждения
АЛ2 АЛ9	Отжиг по режиму I	270—290	3,0—5,0	Воздух
	Стабилизирующий отжиг по режиму II	270—290	6,0—10,0	С печью до температуры 150°C, далее на воздухе
	Термоциклическая стабилизирующая обработка (2—3 цикла) по режиму III: охлаждение	Минус 40—минус 190	В жидкой среде 0,35—0,5 или в термокамере не менее 1,0	Воздух или жидкость
	нагрев	80—150	1,0—2,0	Воздух или жидкость При третьем цикле — воздух
	Заключительное старение по режиму IV	115—125	3,0—5,0	Воздух

Примечания:

1. Термоциклическую стабилизирующую обработку после окончательной механической обработки целесообразно проводить в термокамерах.
2. При термоциклической стабилизирующей обработке охлаждение после нагрева может производиться на воздухе до температуры 18—35°C, затем в охлаждающей среде до минимальной температуры цикла.
3. При термоциклической стабилизирующей обработке нагрева после охлаждения может производиться:
 - до температуры 18—35°C на воздухе, затем в печи до верхней температуры цикла;
 - в печи до верхней температуры цикла.
4. Разрыв между операциями охлаждения и нагрева при термоциклической стабилизирующей обработке не регламентируется.

21.07/88

Таблица 3

Схема типового технологического процесса изготовления деталей высокоточных приборов из литейных алюминиевых сплавов, подвергнутых термическому упрочнению

Последовательность операций	Операции обработки деталей по категориям		
	1	2	3
1	Получение отливки		
2	Упрочняющая термическая обработка (закалка и искусственное старение) по режиму I		
3	Механическая обработка с оставлением припуска 0,2—0,5 мм на сторону по наиболее точным размерам	Предварительная механическая обработка с оставлением припуска 1,5—2,0 мм на сторону	
4	Гальваническое или лакокрасочное покрытие	Стабилизирующее старение по режиму II	
5	Окончательная механическая обработка	Чистовая механическая обработка с оставлением припуска 0,2—0,5 мм на сторону по наиболее точным размерам	
6	—	Гальваническое или лакокрасочное покрытие	Термическая стабилизирующая обработка (для АЛ79) Стабилизирующее старение (для АЛ24) по режиму III
7	—	Окончательная механическая обработка	Гальваническое или лакокрасочное покрытие
8	—	—	Окончательная механическая обработка
9	—	—	Стабилизирующее старение по режиму IV

2187/05

Таблица 4

Режимы термической обработки при изготовлении деталей высокоточных приборов из литейных алюминиевых сплавов, подвергающихся термическому упрочнению

Марка сплава	Наименование термической операции	Температура нагрева или охлаждения, °C	Время выдержки, ч	Условия охлаждения
АЛ9	Упрочняющая термообработка по режиму I: закалка	530—540	4,0—6,0	Вода с температурой 70—90°C
	старение	220—235	3,0—4,0	Воздух
	Стабилизирующее старение по режиму II	200—220	3,0—6,0	То же
	Термоциклическая стабилизирующая обработка (2—3 цикла) по режиму III: охлаждение	Минус 40 — минус 190	В жидкой среде 0,35—0,5 или в термокамере не менее 1,0	Воздух или жидкость
	нагрев	80—150	1,0—2,0	При последнем цикле на воздухе
	Стабилизирующее старение по режиму IV	115—125	3,0—5,0	Воздух
АЛ24	Упрочняющая термообработка по режиму I: закалка	540—560	4,0—6,0	То же
	старение	160—170	12,0—14,0	»
	Стабилизирующее старение по режиму II	160—170	4,0—6,0	»
	Стабилизирующее старение по режиму III	160—170	4,0—6,0	»
	Стабилизирующее старение по режиму IV	115—125	4,0—6,0	»

Примечания:

1. Для деталей I категории старение после закалки может производиться при температуре 150°C в течение 4—6 ч.
2. Сплав АЛ9 в состоянии термического упрочнения для деталей 2—3 категории применять не рекомендуется.

2157/108

Таблица 5

Схема типового технологического процесса изготовления деталей высокоточных приборов из литейных магниевых сплавов, подвергающихся термическому упрочнению

Последовательность операций	Операции обработки деталей по категориям		
	1	2	3
1	Получение отливки		
2	Упрочняющая термическая обработка (закалка и искусственное старение) по режиму I		
3	Механическая обработка с оставлением припуска 0,2—0,5 мм на сторону по наиболее точным размерам	Предварительная механическая обработка с оставлением припуска 1,5—2,0 мм на сторону	
4	Гальваническое или лакокрасочное покрытие	Стабилизирующее старение по режиму II	
5	Окончательная механическая обработка	Чистовая механическая обработка с оставлением припуска 0,2—0,5 мм на сторону по наиболее точным размерам	
6	—	Гальваническое или лакокрасочное покрытие	Термическая обработка (для спл. МЛ5). Стабилизирующее старение (для спл. МЛ10) по режиму III
7	—	Окончательная механическая обработка	Гальваническое или лакокрасочное покрытие
8	—	—	Окончательная механическая обработка
9	—	—	Стабилизирующее старение по режиму IV

Примечание. Для деталей из сплава МЛ5 в случае, если они подвергнутся геометризирующей протитке, последующий сушкой при температуре свыше 150°C, последующая операция стабилизирующего старения опускается.

Таблица 6

Режимы термической обработки при изготовлении деталей высокопрочных приборов из литейных магниевых сплавов, подвергающихся термическому упрочнению

Марка сплава	Наименование термической операции	Температура нагрева или охлаждения, °C	Время выдержки, ч	Условия охлаждения
МЛ15	Упрочняющая термообработка по режиму I: закалка	410—420	8—12	Воздух
	старение	185—195	—10	То же
	Стабилизирующее старение по режиму II	195—195	4—6	"
	Термоциклическая стабилизирующая обработка (2—3 цикла) по режиму III: охлаждение	Минус 60—минус 80	1—2	Воздух или жидкость
	нагрев	185—195	2—3	При последнем цикле на воздухе
МЛ10	Упрочняющая термообработка по режиму I: закалка	530—540	8—12	Сжатый воздух
	старение	190—210	7—8	Воздух
	Стабилизирующее старение по режиму II	195—205	4—6	То же
	Стабилизирующее старение по режиму III	195—205	2—4	"
	Стабилизирующее старение по режиму IV	115—125	8—10	"

80/12/8/100

Таблица 7

Схема типового технологического процесса изготовления деталей высокоточных приборов из деформируемых алюминиевых и магниевых сплавов, применяемых без термического упрочнения

Последовательность операций	Операции обработки деталей по категориям		
	1	2	3
1	Предварительная механическая обработка с оставлением припуска 1,5—2,0 мм на сторону		
2	Отжиг по режиму I		
3	Чистовая механическая обработка с оставлением припуска 0,2—0,5 мм на сторону по наиболее точным размерам		
4	Гальваническое или лакокрасочное покрытие	Стабилизирующий отпуск или старение по режиму II	
5	Окончательная механическая обработка	Гальваническое или лакокрасочное покрытие	
6	—	Окончательная механическая обработка	
7	—	—	Стабилизирующее старение по режиму III

Примечание. В зависимости от конфигурации и габаритов деталей припуск на механическую обработку перед отжигом может быть изменен.

50/1870
2/8/105

Таблица 8

Режимы термической обработки при изготовлении деталей высокоточных приборов из деформируемых алюминиевых и магниевых сплавов, применяемых без термического упрочнения

Марка сплава	Наименование термической операции	Температура нагрева, °С	Время выдержки, ч	Условия охлаждения
АД	Отжиг по режиму I	200—250	2,0—3,0	Воздух
АД1				
АМц	То же	250—300	2,0—3,0	То же
	Стабилизирующий отжиг по режиму II	150—200	1,0—2,0	"
	Стабилизирующее старение по режиму III	115—125	4,0—6,0	"
АМг1	Отжиг по режиму I	180—200	2,0—3,0	"
АМг2	То же	250—300	2,0—3,0	"
АМг3	Стабилизирующее старение по режиму II	95—105	4,0—6,0	"
	Стабилизирующее старение по режиму III	95—105	4,0—6,0	"
АМг6	Отжиг по режиму I	310—330	2,0—4,0	"
	Стабилизирующее старение по режиму II	95—105	4,0—6,0	"
	Стабилизирующее старение по режиму III	95—105	4,0—6,0	"
Д1	Отжиг по режиму I	380—420	2,0—4,0	С печью до температуры 250°С, далее на воздухе
Д16	Стабилизирующий отжиг по режиму II	230—250	2,0—4,0	С печью до температуры 150°С, далее на воздухе
	Стабилизирующее старение по режиму III	115—125	4,0—6,0	Воздух
МА8	Отжиг по режиму I: для листов	320—350	0,5—1,0	С печью до температуры 150°С, далее на воздухе

50/15/10

Продолжение табл. 8

Марка сплав	Наименование термической операции	Температу- ра нагрева, °C	Время выдержки, ч	Условия охлаждения
МА2	для прутков, плит и штамповок	320—350	2,0—4,0	С печью до темпера- туры 150°C далее на воздухе
	Стабилизирующий от- жиг по режиму II	250—270	1,0—2,0	Воздух
	Стабилизирующее ста- вление по режиму III	95—105	4,0—6,0	То же
	Отжиг по режиму I для листов	260—280	0,5—1,0	С печью до темпера- туры 150°C или на воздухе
	для прутков, плит и штамповок	260—280	2,0—4,0	То же
	Стабилизирующий от- жиг по режиму II	250—270	0,5—4,0	Воздух
	Стабилизирующее ста- вление по режиму III	95—105	4,0—6,0	То же

Примечание. Охлаждение с печью производить со скоростью не более 100°C/ч

Таблица В

Схема типового технологического процесса приготовления деталей высокопрочных приборов из деформируемых алюминиевых сплавов, применяемых в состоянии термического упрочнения

Последовательность операций	Операции обработки деталей по категориям		
	1	2	3
1	Предварительная механическая обработка с оставлением припуска 1,5—2,0 мм на размер		
2	Упрочняющая термическая обработка (закалка и естественное старение) по режиму I		
3	Чистовая механическая обработка с оставлением припуска 0,2—0,5 мм на сторону по наиболее точным размерам		
4	Гальваническое или лакокрасочное покрытие	Стабилизирующее старение по режиму II	
5	Окончательная механическая обработка	Гальваническое или лакокрасочное покрытие	
6	—	Окончательная механическая обработка	
7	—	—	Стабилизирующее старение по режиму III

Примечания:

1. В зависимости от конфигурации и размеров деталей припуск на механическую обработку перед закалкой может быть изменен.
2. Детали 2 и 3 категории в состоянии термического упрочнения применять не рекомендуется.

2187/05

Таблица 10

Режимы термической обработки при изготовлении деталей высокопрочных приборов из деформируемых алюминиевых сплавов, применяемых в состоянии термического упрочнения

Марка сплава	Вид полуфабриката	Наименование термической операции	Температура нагрева, °C	Время выдержки, ч	Условия охлаждения
11	Все виды	Упрочняющая термообработка по режиму I; закалка	495—510	В зависимости от толщины	Вода с температурой 70—90°C
Д16	Прессованные листы	То же	185—203	То же	То же
		Старение	18—35	96	Воздух
		То же	18—35	96	То же
		Стабилизирующее старение по режиму II	185—195	5—6	"
		Стабилизирующее старение по режиму III	115—125	8—10	"
В95	Все виды	Упрочняющая термообработка по режиму I; закалка	465—475	В зависимости от толщины	Вода с температурой 70—90°C
	Прессованные листы	Старение	435—445	15—26	Воздух
		То же	115—125	22—27	То же
	Прессованные листы	Стабилизирующее старение по режиму II	135—145	15—16	"
		То же	115—125	8—10	"
		Стабилизирующее старение по режиму III	95—105	8—10	"
АК6	Прутки	Упрочняющая термообработка по режиму I; закалка	505—525	В зависимости от толщины	Вода
		старение	150—165	6—15	Воздух

50/2870

Продолжение табл. 10

Марка стали	Вид на дутый прокат	Наименование термической обработки	Температура нагрева, °C	Время выдержки, ч	Условия охлаждения
		Стабилизирующее старение режиму II	150-165	5-8	Воздух
		Стабилизирующее старение по режиму III	135-145	10-12	То же

Примечания

1. Детали из сплавов Д1, Д16 и В93, относящиеся к 1 категории, разогреваются до температуры 20-40°C.
2. С целью предотвращения появления трещин допускается производить закалку листовых заготовок (толщиной до 12 мм) из сплавов Д1, Д16 и В93 путем охлаждения между стальными планками, при этом в процессе охлаждения температура листа не должна превышать 100-120°C. Стальные планки должны быть гладкие, ровные, толщиной 20-30 мм.
3. Продолжительность выдержки берется по нижнему пределу для деталей 1 и 2 категории, по верхнему — для деталей III категории.
4. Для заготовок из сплавов Д1 и Д16 вместе с естественным старением может применяться искусственное с температурой 105-125°C, временем выдержки 6-12 ч.

50/1812

Таблица II

Схема типового технологического процесса изготовления деталей
высокоточных приборов из алюминиевого сплава
с низким коэффициентом линейного расширения САГ-1

Последовательность операций	Операции обработки деталей по категориям		
	1	2	3
1	Получение заготовок		
2	Отпуск заготовок по режиму I		
3	Предварительная механическая обработка с оставлением припуска 1,5—2,0 мм на сторону		
4	Стабилизирующий отпуск по режиму II		
5	Гальваническое или лакокрасочное покрытие	Чистовая механическая обработка с оставлением припуска 0,2—0,5 мм на сторону по наиболее точным размерам	
6	Окончательная механическая обработка	Стабилизирующее старение по режиму III	Термостатическая стабилизирующая обработка по режиму III
7	—	Гальваническое или лакокрасочное покрытие	
8	—	—	Окончательная механическая обработка
9	—	—	Стабилизирующее старение по режиму IV

54/2878

Таблица 12

Режимы термической обработки при изготовлении деталей
высокоточных приборов из сплава САС-1

Наименование термической операции	Температура нагрева или охлаждения, °C	Время выдержи- ки, ч	Условия ох- лаждения
Отжиг по режиму I	400—420	4,0—6,0	С печи до тем- пературы 150— 200°C, далее на воздухе
Стабилизирующий отпуск по режиму II	270—290	4,0—6,0	То же
Термоциклическая стаби- лизирующая обработка (3 цикла) по режиму III: охлаждение	Минус 70— минус 190	0,5—1,0	Жидкая среда
нагрев	170—190	1,0—2,0	Воздух или жид- кости При последнем цикле на воздухе
Стабилизирующее старение по режиму IV	115—125	4,0—6,0	Воздух

Примечания:

1. Охлаждение с шельки производить со скоростью не более 100°C/ч.
2. При термоциклической обработке охлаждение после нагрева может про-
изводиться на воздухе до температуры 18—35°C, затем в охлаждающей среде до
нижней температуры цикла.
3. При термоциклической обработке нагрев после охлаждения может произ-
водиться:
— до температуры 18—35°C на воздухе, затем в печи до верхней темпера-
туры цикла;
— в печи до верхней температуры цикла.
4. Разрыв между операциями охлаждения и нагрева при термоцикличе-
ской обработке не регламентируется.

2187/05

Таблица 13

Схема типового технологического изготовления деталей
высокоточных приборов из литой стали,
применяемой без термического упрочнения

Последовательность операций	Операции обработки деталей по категориям		
	1	2	3
1	Получение отливок		
2	Отжиг или нормализация с высоким отпуском		
3	Механическая обработка с оставлением припуска 0,2—0,5 мм на сторону по наиболее точным размерам	Предварительная механическая обработка с припуском 1,5—2,0 мм на сторону	
4	Стабилизирующий отжиг по режиму I		
5	Гальваническое или лакокрасочное покрытие	Чистовая механическая обработка с припуском 0,2—0,5 мм на сторону по наиболее точным размерам	
6	Окончательная механическая обработка	Гальваническое или лакокрасочное покрытие	Стабилизирующий отжиг по режиму II
7	—	Окончательная механическая обработка	Гальваническое или лакокрасочное покрытие
8	—	—	Окончательная механическая обработка
9	—	—	Стабилизирующее старение по режиму III

Примечания:

1. Термическую обработку литых деталей любой категории с требованиями по твердости после предварительной механической обработки вести согласно табл. 17—20.

2. Для отливок из стали 20Х13Л после операции 1 необходим принудительный отжиг согласно табл. 14, дальнейшую обработку вести согласно табл. 17—20.

2157/88

Таблица 14

Режимы термической обработки при изготовлении высокопрочных приборов из литой стали, применяемой без термического упрочнения

Марка ста- ли или сплав	Примечательные термической операции	Температу- ра нагрева, °C	Вре- мя вы- держ- ки	Условия охлаждения
15Л	Нормализация (для де- талей III категории)	930—1000	3—4	Защитная атмосфера со скоростью, кото- рую позволяет оборудо- вание
"	Нормализация (для де- талей всех категорий)	930—910	3—4	То же
"	Высокий отпуск	640—650	5—6	С печью до темпера- туры 300°C, далее на воздухе
"	Стабилизирующий от- пуск по режиму I	620—640	3—4	С печью до темпера- туры 250°C, далее на воздухе
"	Стабилизирующий от- пуск по режиму II	500—550	5—6	То же
"	Стабилизирующее ста- вление по режиму III	160—170	8—10	Воздух
35Л (45Л) 50Л	Нормализация (для де- талей III категории)	940—960	3—4	Защитная атмосфера со скоростью, кото- рую позволяет оборудо- вание
"	Нормализация (для де- талей всех категорий)	850—870	3—4	То же
"	Высокий отпуск	610—660	5—6	С печью до темпера- туры 300°C, далее на воздухе
"	Отжиг	850—870	4—5	С печью до темпера- туры 400°C, далее на воздухе
"	Стабилизирующий от- пуск по режиму I	620—640	3—4	С печью до темпера- туры 200—250°C со скоростью не более 100°C/ч, далее на воз- духе

28/1/68

Продолжение табл. 14

Марка ста- ли или сплав	Наименование термической операции	Температу- ра нагрева, °C	Вре- мя вы- держ- ки, ч	Условия охлаждения
20Х13Л	Стабилизирующий от- пуск по режиму II	500—550	5—6	Воздух
	Стабилизирующее ста- рение по режиму III	160—170	8—10	То же
	Отжиг*	1100—1150	3—5	С печи до темпера- туры 300°C, далее на воздухе
	Закалка	1050—1100	—	Воздух
10Х17Н3СЛ (268Л)	Высокий отпуск	550—600	4—5	То же
	То же	670—690	3—6	>
	Стабилизирующий от- жиг по режиму I	640—660	2—4	>
	Стабилизирующий от- пуск по режиму II	500—550	3—6	С печи до темпера- туры 200°C, далее на воздухе
	Стабилизирующее ста- рение по режиму III	160—170	8—10	Воздух

* Отжиг, закалка, высокий отпуск выполняются последовательно для дета-
лей всех категорий независимо от окончательной твердости.

50/1512

Таблица 15

Схема типового технологического процесса изготовления деталей высокоточных приборов из сталей различных марок, применяемых без термического упрочнения

Последовательность операций	Операции обработки деталей по категориям		
	1	2	3
1	Получение заготовки (отрезка от прутка, штамповка)		
2	Предварительная механическая обработка с оставлением припуска до 2,0 мм на сторону		
3	Отжиг или нормализация с низким отпуском		
4	Гальваническое или лакокрасочное покрытие	Чистовая механическая обработка с оставлением припуска до 0,5 мм на сторону для наиболее точных размеров	
5	Окончательная механическая обработка	Стабилизирующий отжиг по режиму I	
6		Гальваническое или лакокрасочное покрытие	
7		Окончательная механическая обработка	
8			Стабилизирующее старение по режиму II

Примечания:

1. При изготовлении деталей методом глубокой вытяжки из ленты, по мере необходимости, следует производить междуоперационный отжиг, стабилизирующий отжиг производится перед калибровкой.

2. Операцию 3 производить в случае, если сталь в состоянии поставки не отожжена.

50/1812

Таблица 16

Режимы термической обработки деталей из сталей различных марок, применяемых без термического упрочнения

Марка стали или сплав	Наименование термической операции	Температура нагрева, °C	Время выдержки, ч	Условия охлаждения
08кп	Отжиг	650—700	2—3	Воздух
10	Стабилизирующий отжиг по режиму I	110—140	4—5	С печью до температуры 200°C, далее на воздухе
	Стабилизирующее старение по режиму II	160—170	8—10	Воздух
35	Нормализация	850—880	1—3	То же
	Высокий отпуск	600—640	3—5	"
	Стабилизирующий отжиг по режиму I	400—450	4—5	С печью до температуры 200°C, далее на воздухе
	Стабилизирующее старение по режиму II	160—180	8—10	Воздух
45	Нормализация	830—870	1—3	То же
	Высокий отпуск	600—640	3—5	"
	Стабилизирующий отжиг по режиму I	440—460	4—5	С печью до температуры 200°C, далее на воздухе
	Стабилизирующее старение по режиму II	160—180	8—10	Воздух
12X18H10T (12X18H10T) 12X18H9T (12X18H9T) 41H95	Закалка	1050—1100	—	Вода
17X18H9 (12X18H19)	То же	1100—1150	—	То же
	Стабилизирующий отжиг по режиму I	340—360	8—10	С печью до температуры 200°C, далее на воздухе
	Стабилизирующее старение по режиму II	160—180	8—10	Воздух

50/18/90

Продолжение табл. 16

Марка ста- ли или сплава	Наименование термической операции	Температу- ра нагрева, °C	Время выдержки, ч	Условия охлаждения
10X15	Нормализация	810—860	1—3	Воздух
	Высокий отпуск	600—620	3—5	То же
	Стабилизирующий от- жиг по режиму I	340—360	4—5	Спечью до темпера- туры 200°C, далее на воздухе
	Стабилизирующее ста- рение по режиму II	160—180	8—10	Воздух
10XH2CBA	Отжиг	600—650	4—5	То же
	Стабилизирующий от- жиг по режиму I	200—220	3—4	
	Стабилизирующее ста- рение по режиму II	160—170	8—10	

Примечание. Время выдержки при нормализации назначается в зави-
симости от сечения деталей.

50/12/74

Таблица 17

Схема типового технологического процесса изготовления деталей высокоточных приборов из сталей различных марок, применяемых в состоянии термического улучшения

Последовательность операций	Операции обработки деталей по категориям		
	1	2	3
1	Получение заготовки (отрезка от прутка, штамповка)		
2	Отжиг или нормализация с высоким отпускком		
3	Предварительная механическая обработка с оставлением припуска 1—2 мм на сторону		
4	Улучшение (закалка и высокий отпуск)		
5	Чистовая механическая обработка с оставлением припуска 0,5 мм на сторону для наиболее точных размеров		
6	Гальваническое или лакокрасочное покрытие	Стабилизирующий отжиг по режиму I	
7	Окончательная механическая обработка	Гальваническое или лакокрасочное покрытие	
8		Окончательная механическая обработка	
9		Стабилизирующее старение по режиму II	

Примечания:

1. При изготовлении деталей методом глубокой вытяжки из ленты, по мере необходимости, применяется межоперационный отжиг, стабилизирующий отжиг по режиму I производить перед калибровкой.

2. Операцию 2 производить в случае, если сталь в состоянии поставки не отожжена.

3. Операцию 3 производить для деталей с сечением свыше 25 мм.

30/В.Н.

Режимы термической обработки деталей
из сталей различных марок,
применяемых в состоянии термического улучшения

Марка стали или сплава	Твер- дость HRC	Наименование термической обработки	Температура нагрева, °C	Время выдержки, ч	Средняя охлаждающая среда
35	26-32	Закалка	810-850	—	Вода, расплав селитры или масла с тем- пературой 110-150°C
		Высокий отпуск	450-500	—	Воздух
		Стабилизирующий отпуск по режиму I	400-450	4,0-5,0	С печью до температуры 200°C, далее на воздухе
		Стабилизирующее старение по ре- жиму II	160-170	8,0-10,0	Воздух
45	26-32	Закалка	830-850	—	Вода или мас- ло
		Высокий отпуск	500-520	—	Воздух
		Стабилизирующий отпуск по режиму I	400-450	4,0-5,0	С печью до температуры 200°C, далее на воздухе
		Стабилизирующее старение по ре- жиму II	160-170	8,0-10,0	Воздух
50	26-32	Закалка	820-840	—	Масло
		Отпуск	500-550	1,5-3,0	Воздух
		Стабилизирующий отпуск по режиму I	400-450	4,0-5,0	С печью до температуры 200°C, далее на воздухе
		Стабилизирующее старение по ре- жиму II	160-170	8,0-10,0	Воздух

2187/03

Продолжение табл. 18

Марка стали или сплава	Твер- дость HRC	Наименование термической операции	Температура нагрева, °C	Время выдержки, ч	Условия охлаждения
10X	26..32	Закалка	830—850	—	Масло
		Высокий отпуск	550—600	3,0—4,0	Воздух
		Стабилизирующий отпуск по режиму I	400—450	4,0—5,0	С печью до температуры 200°C, далее на воздухе
		Стабилизирующее старение по режи- му II	160—170	8,0—10,0	Воздух
ШХ15 ШХ15Г	26..30	Закалка	840—860	—	Масло
		Высокий отпуск	550—600	1,5—3,0	Воздух
		Стабилизирующий отпуск по режиму I	400—450	4,0—6,0	С печью до температуры 200°C, далее на воздухе
		Стабилизирующее старение по режи- му II	160—170	8,0—10,0	Воздух
14X17H2 (1X17H2)	26..32	Закалка	1020— 1050	—	Масло, воздух
		Высокий отпуск	650—680	2,0—3,0	Воздух
		Стабилизирующий отпуск по режиму I	400—510	4,0—5,0	С печью до температуры 200°C, далее на воздухе
		Стабилизирующее старение по режи- му II	160—170	8,0—10,0	Воздух
20X13 (2X13)	26..32	Закалка	980— 1020	—	Масло, воздух
		Высокий отпуск	550—600	2,0—3,0	Воздух
		Стабилизирующий отпуск по режиму I	340—360	4,0—5,0	С печью до температуры 200°C, далее на воздухе

218/05

Продолжение табл. 1А

Марка стали или сплава	Температура HRC	Наименование термической операции	Температура нагрева, °C	Время нагрева, ч	Средняя охлаждающая среды
40X13 (4X13) ЭН474	26-32	Стабилизирующее старение по режи- му II	160—170	8,0—10,0	Воздух
		Закалка	1050— 1070	—	Масло, воздух
		Высокий отпуск	640—660	—	Воздух
		Стабилизирующий отпуск по режиму I	340—360	8,0—10,0	С печью до температуры 200°C, далее на воздухе
38X2MЮА (38X2MЮА)	24-30	Стабилизирующее старение по режи- му II	160—170	8,0—10,0	Воздух
		Закалка	900—910	—	Масло
		Высокий отпуск	630—650	—	Воздух или масло
		Стабилизирующий отпуск по режиму I	490—510	8,0—10,0	С печью до температуры 200°C, далее на воздухе
36X1TЮ (311702)	22-30	Стабилизирующее старение по режи- му II	160—170	8,0—10,0	Воздух
		Закалка	920—940	—	Вода
		Старение	850—870	2,0—1,0	Воздух
		Стабилизирующий отпуск по режиму I	340—360	8,0—10,0	С печью до температуры 200°C, далее на воздухе
		Стабилизирующее старение по режи- му II	160—170	8,0—10,0	Воздух

50/18/18

Продолжение табл. 18

Марка стали или сплава	Твердость НРС	Наименование термической обработки	Температура нагрева, °C	Время выдержки, ч	Условия охлаждения
4X18H12M (ЭП1378)	30.35	Закалка	1030—1050	—	Масло
		Высокий отпуск	640—690	2,0—3,0	Воздух
		Стабилизирующий отжиг по режиму I	490—510	1,0—5,0	С печью до температуры 200°C, далее на воздухе
		Стабилизирующее старение по режи- му II	160—170	8,0—10,0	Воздух
28X1CA	24.28	Закалка	890—910	—	Масло
		Высокий отпуск	540—590	—	Воздух или масло
		Стабилизирующий отжиг по режиму I	490—510	4,0—5,0	С печью до температуры 200°C, далее на воздухе
		Стабилизирующее старение по режи- му II	160—170	8,0—10,0	Воздух
30X1CA	21.28	Закалка	890—910	—	Масло
		Высокий отпуск	640—690	2,0—3,0	Воздух или масло
		Стабилизирующий отжиг по режиму I	490—510	4,0—5,0	С печью до температуры 200°C, далее на воздухе
		Стабилизирующее старение по режи- му II	160—170	8,0—10,0	Воздух

Примечания

1. Режимы отжига или нормализации для сталей различных марок приведены в табл. 18.

2. Время выдержки при нагреве под закалку, а также при отпуске после закалки, назначается в зависимости от конкретных условий и производственных требований.

3. Охлаждение с печью производить со скоростью не более 100°C/ч.

4. Если недопустимо охлаждение в масляной среде, стабилизирующий отжиг производить в вакууме или в защитной среде.

5012818

Таблица 19

Схема типового технологического процесса изготовления деталей высокоточных приборов из сталей различных марок, применяемых с термическим упрочнением на твердость HRC-25

Последовательность операций	Операции обработки деталей по категориям		
	1	2	3
1	Получение (заготовки (отрезка от прутка, штамповка))		
2	Отжиг или нормализация с высоким отпуском		
3	Осиюнная механическая обработка с припуском до 0,3 мм на сторону		
4	Термообработка на заданную твердость		
5	Гальваническое или лакокрасочное покрытие	Чистовая механическая обработка с оставлением припуска до 0,1 мм по наиболее точным размерам	
6	Окончательная механическая обработка в соответствии с чертежом	Стабилизирующий отпуск по режиму I	
7		Гальваническое или лакокрасочное покрытие	
8		Окончательная механическая обработка в соответствии с чертежом	
9		Стабилизирующее старение по режиму II	

Примечание. Операцию 2 производить в случае, если сталь в состоянии поставки не отожжена.

50118/05

Таблица 20

Режимы термической обработки деталей высокоточных приборов
из сталей различных марок, применяемых с термическим
упрочнением на твердость HRC 35

Марка стали или сплава	Твер- дость HRC	Наименование термической операции	Температура нагрева или охлаждения, °C	Время нагрева, мин, ч	Условия охлаждения
45		Отжиг	810—840	—	С печью до температуры 600°C, далее на воздухе
		Закалка	830—850	—	Вода, масло или через во- ду в масло
	40-45	Отпуск	320—400	3,0—5,0	Воздух
	45-50	То же	200—250	3,0—5,0	То же
		Стабилизирующий отпуск по режиму I	160—180	6,0—8,0	»
		Стабилизирующее старение по ре- жиму II	140—160	8,0—10,0	»
		Отжиг	880—900	—	С печью до температуры 600°C, далее на воздухе
40X		Закалка	830—850	—	Масло
		Отпуск	400—470	3,0—5,0	Воздух
	34-40	То же	330—400	3,0—5,0	То же
	40-45	»	300—350	3,0—5,0	»
	44-48	»	160—180	3,0—5,0	»
	52-55	»	160—180	6,0—8,0	»
		Стабилизирующий отпуск по режиму I	140—160	8,0—10,0	»

2187/05

Продолжение табл. 20

Марка стали или сплава	Твердость НРС	Наименование термической операции	Температура нагрева или охлаждения, °C	Время выдержки, ч	Условия охлаждения
25ХГСА	35, 40	Отжиг	850—880	—	С печью до температуры 500°C, далее на воздухе
		Закалка	890—910	—	Масло
		Отпуск	420—460	3,0—5,0	Воздух или масло
		Стабилизирующий отпуск по режиму I	160—180	6,0—8,0	Воздух
		Стабилизирующее старение по режиму II	140—160	8,0—10,0	То же
30ХГСА	30, 37, 37, 41	Отжиг	850—900	—	С печью до температуры 500°C, далее на воздухе
		Закалка	890—910	—	Масло
		Отпуск	540—560	3,0—5,0	Воздух или масло
		То же	480—500	3,0—5,0	То же
		Стабилизирующий отпуск по режиму I	160—180	6,0—8,0	Воздух
У8А	58, 62, 44, 48, 40, 45	Стабилизирующее старение по режиму II	140—160	8,0—10,0	То же
		Отжиг	740—760	—	С печью до температуры 600°C, далее на воздухе
		Закалка	760—780	—	Масло или через воду в масле
		Отпуск	180—200	3,0—5,0	Воздух
		То же	380—420	3,0—5,0	То же
			400—440	3,0—5,0	

50/1812

Продолжение табл. 20

Продолжение табл. 20

Марка стали или сплава	Твер- дость HRC	Наименование термической операции	Температура нагрева или охлаждения, °C	Время выдерж- ки, ч	Условия охлаждения
У10А		Стабилизирующий отпуск по режиму I	160—180	6,0—8,0	Воздух
		Стабилизирующее старение по режиму II	140—160	8,0—10,0	То же
		Отжиг	800—810	—	С печью до температуры 600°C, далее на воздухе
		Закалка	770—790	—	Масло или через воду в масло
	60..62	Отпуск	160—180	3,0—5,0	Воздух
	56..60	То же	190—200	3,0—5,0	То же
	52..58	»	270—320	3,0—5,0	»
	34..48	»	420—500	3,0—5,0	»
ШХ15		Стабилизирующий отпуск по режиму I	160—180	6,0—8,0	»
		Стабилизирующее старение по режиму II	140—160	8,0—10,0	»
		Отжиг	780—810	—	С печью до температуры 600°C, далее на воздухе
		Закалка	840—860	—	Масло
		Обработка холодом	Минус 50 — минус 100	1—2	Воздух
	62..64	Отпуск	160—180	—	То же
		Стабилизирующий отпуск по режиму I	160—180	6,0—8,0	»
		Стабилизирующее старение по режиму II	140—160	8,0—10,0	»

21.08.74

Продолжение табл. 20

Марка стали или сплава	Твер- дость HRC	Наименование термической операции	Температура нагрева или охлаждения, °C	Время нагрева или, ч	Условия охлаждения
ШХ15П	62-64	Отжиг	780—810	—	Воздух
		Закалка	840—860	—	Масло
		Обработка, долом	Минус 50 — минус 100	1—2	Воздух
		Отпуск	160—180	—	То же
		Стабилизирующий отпуск по режиму I	160—180	6,0—8,0	•
		Стабилизирующее старение по режи- му II	120—140	8,0—10,0	•
		Отжиг	850—870	—	•
		Закалка	980— 1020	—	Масло или воздух
		Отпуск	240—260	3,0—5,0	Воздух
		То же	190—210	2,0—5,0	То же
20Х13 (2Х13)	38-45 40-48	Стабилизирующий отпуск по режиму I	160—180	8,0—8,0	•
		Стабилизирующее старение, по режи- му II	140—160	8,0—10,0	•
		Отжиг	850—860	—	С целью до- стижения тем- пературы охлаждения на воздухе
		Закалка	1050— 1070	—	Масло или воздух
		Отпуск	350—400	3,0—5,0	Воздух
		То же	300—220	4,0—5,0	То же
		Стабилизирующий отпуск по режиму I	160—180	6,0—8,0	•
		Стабилизирующее старение по режи- му II	140—160	8,0—10,0	•
		Отжиг	850—860	—	С целью до- стижения тем- пературы охлаждения на воздухе
		Закалка	1050— 1070	—	Масло или воздух
40Х13 (4Х13)	45-52 50-55	Отпуск	350—400	3,0—5,0	Воздух
		То же	300—220	4,0—5,0	То же
		Стабилизирующий отпуск по режиму I	160—180	6,0—8,0	•
		Стабилизирующее старение по режи- му II	140—160	8,0—10,0	•
		Отжиг	850—860	—	С целью до- стижения тем- пературы охлаждения на воздухе
		Закалка	1050— 1070	—	Масло или воздух
		Отпуск	350—400	3,0—5,0	Воздух
		То же	300—220	4,0—5,0	То же
		Стабилизирующий отпуск по режиму I	160—180	6,0—8,0	•
		Стабилизирующее старение по режи- му II	140—160	8,0—10,0	•

2/8/05

Продолжение табл. 20

Марка- стали или сплава	Твер- дость HRC	Наименование термической обработки	Температура нагрева или охлаждения, °C	Время подерж- ки, ч	Условия охлаждения
ЭИ474	48.89	Отжиг	850—800	—	С печью до температуры 400°C, далее на воздухе
		Закалка	1050	—	Масло или воздух
		Отпуск	1070 180—300	3,0—4,0	Воздух
		Стабилизирующий отпуск по режиму I	160—180	6,0—8,0	То же
		Стабилизирующее старение по режиму II	140—160	8,0—10,0	»
	38.45	Отжиг	670—600	—	»
		Закалка	1020—1040	—	Масло
		Обработка холодом	Минус 50—минус 100	1,0—2,0	Воздух
		Отпуск	180—270	2,0—3,0	Воздух
		Стабилизирующий отпуск по режиму I	160—180	6,0—8,0	То же
14X17H2 (1X17H2)	38.45	Стабилизирующее старение по режиму II	140—160	8,0—10,0	»
		Отжиг	850—870	3,0—4,0	С печью до температуры 600°C, далее на воздухе
		Закалка	1000—1050	—	Воздух или подогретое масло
		Обработка холодом	Минус 50—минус 100	0,5—1,0	Воздух
95X18 (9X1A)					

28/1/85

Продолжение табл. 20

Марка стали или сплава	Твердость HRC	Наименование термической операции	Температура нагрева или охлаждения, °C	Время выдержки, ч	Условия охлаждения
36НХТЮ	55..60	Отпуск	180—280	4,0—5,0	Воздух или вакуум
		Стабилизирующий отпуск по режиму I	160—180	6,0—8,0	Воздух
		Стабилизирующее старение по режиму II	140—160	8,0—10,0	То же
	32..40	Закалка	920—940	—	Вода
4Х18Н2М (ЭП378)	32..40	Старение	730—740	3,0—4,0	Вакуум
		Стабилизирующий отпуск по режиму I	340—360	8,0—10,0	С печью до температуры 200°C, далее на воздухе
		Стабилизирующее старение по режиму II	160—170	8,0—10,0	Воздух
		Нормализация	930—980	2,0—3,0	То же
	4R.62	Высокий отпуск	680—700	4,0—5,0	—
		Закалка	1030—1050	—	В приспособлении с инертной средой
		Обработка холодом	Минус 50—минус 100	1,0—2,0	Воздух
		Отпуск	180—200	2,0—3,0	То же
4Х13Н6ЛВФ (ЭП.354)	4R.62	Стабилизирующий отпуск по режиму I	160—180	6,0—8,0	—
		Стабилизирующее старение по режиму II	140—160	8,0—10,0	—
		Закалка	980—1000	—	Вода, масло или воздух

50/1817

Продолжение табл. 20

Марка стали или сплава	Твердость НВС	Наименование термической операции	Температура нагрева или охлаждения, °C	Время выдержки, ч	Условия охлаждения
		Обработка холодом	Минус 70 ± минус 50	2,0—3,0	Воздух
	≥ 6A	Отпуск (2—3 кратный)	165—176	2,0—3,0	То же
		Стабилизирующий отпуск по режиму I	170—190	6,0—10,0	"
		Стабилизирующее старение по режиму II	165—180	6,0—12,0	"

Примечания:

1. Время выдержки при отпуске, нагреве под закалку и отпуске после закалки, а также при обработке холодом, назначается в зависимости от конкретных изделий и производственных условий.

2. После окончательного изготовления деталей из холодноотянутой проволоки сплава 30НХТЮ производить старение только в вакууме при температуре $180 \pm 10^\circ\text{C}$, выдержка 2 ч. Предел прочности (σ_b) > 130 кг/мм², относительное удлинение (δ) > 7%.

3. Для перемалывающих стальных после закалки рекомендуется применять обработку холодом по режиму: температура охлаждения минус 40°C — минус 100°C, время выдержки 1—2 ч.

2181/05

Таблица 21

Схема типового технологического процесса изготовления деталей
высокоточных приборов из стали 12ХН3А,
применяемой с химико-термическим упрочнением (цементацией)

Последовательность операций	Операции обработки деталей по категориям		
	1	2	3
1	Получение заготовки (отрезка от прутка)		
2	Нормализация с высоким отпуском		
3	Предварительная механическая обработка с оставлением припуска до 0,4 мм на сторону		
4	Защита мест, не подлежащих цементации, — мажущие		
5	Химико-термическая обработка (цементация); высокий отпуск		
6	Снятие окалины		
7	Основная механическая обработка с оставлением припуска до 0,3 мм на сторону		
8	Термообработка на требуемую твердость		
9	Гальваническое или лакокрасочное покрытие	Чистовая механическая обработка с оставлением припуска до 0,1 мм по наиболее точным размерам	
10	Окончательная механическая обработка	Стабилизирующий отпуск по режиму 1	
11	—	Гальваническое или лакокрасочное покрытие	
12	—	Окончательная механическая обработка в соответствии с чертежом	
13	—	Стабилизирующее старение по режиму 1	

Примечания:

1. Операцию 2 проводить в сафее, если сталь в состоянии поставки не отожжена.
2. Высокий отпуск после цементации рекомендуется применять для понижения твердости поверхностного слоя.

218/105

Т а б л и ц а 22

Режимы термической обработки деталей из стали 12ХН2А,
применяемой в химико-термической упрочнении (цементации)

Виды сталей	Наименование термической обработки	Температура нагрева или охлаждения, °С	Время выдержки, ч	Условия охлаждения
12ХН2А	Нормализация	890-920	2-4	Воздух
	Высокий отпуск	650-670	1-2	То же
	Цементация	900-920	-	В ящике на воздухе
	Высокий отпуск	650-670	2-4	Воздух
	Закалка	770-790	-	Васо
	Обработка холлом	Ниже 60 - выше 100	1	Воздух
	Отпуск	150-170	3	То же
	Стабилизующий от- пуск по режиму I	140-160	8-10	"
	Стабилизующее ста- рение по режиму II	120-140	8-10	"

П р и м е ч а н и е. Время выдержки при цементации определяется
в зависимости от глубины слоя:

- 0,15 мм за 1 ч при глубине заданного слоя до 1,0 мм;
- 0,1 мм за 1 ч при глубине заданного слоя более 1,0 мм.

5/18/05

ОСТ 4 00.054.103

Раздел 1-74

Стр. 424

Т а б л и ц а 220

Режим термической обработки в газовой среде
прибор для измерения температуры, марки ЖН, ЛНПД и металлы
температура - температурное расширение

Марка сплава	Наименование термической	Температура газа при работе, °C	Время вы- держки, ч	Условия охлаждения
ЖН ЛНПД	Закалка	820-840	0,5-1,0	Воздух
	Отпуск	305-325	1,0	Воздух
	Стабилизирование старения	90-100	48	10 мм

Примечание. Нагрев заготовки под закалку допускается производить
в соляных ваннах. Время выдержки 1-10 мин (в зависимости от
сечения).

⑧ Изв. 1 3302 от 17.06.87.

918/05
20/191

Схема типового технологического процесса изготовления деталей
высокоточных приборов из сплавов марок 36Н, 32МКД
с малым температурным коэффициентом расширения

Последова- тельность операций	Операции обработки деталей по категориям		
	1	2	3
	Детали изготавливаемые из прутка		
1	Получение заготовки (отрезка)		
2	Предварительная механическая обработка с оставлением припуска 0,5 - 2,0 мм на сторону		
3	Закалка		
4	Отпуск		
5	Чистовая механическая обработка		
6	Пайка (в случае необходимости)		
7	Отпуск (в случае пайки твердым припоем)		
8	Окончательная механическая обработка		
9	Стабилизирующее старение		
10	Гальваническое или лакокрасочное покрытие		
	Детали, изготавливаемые из листа		
1	Получение заготовки (отрезка)		
2	Подкатка заготовки в размер (по необходимости)		
3	Закалка (в приспособлении)		
4	Окончательная механическая обработка		
5	Отпуск (приспособлений)		
6	Доводка		
7	Стабилизирующее старение		
8	Гальваническое или лакокрасочное покрытие		
9	Доводка (по необходимости)		
	Детали, изготавливаемые из листа и полосы		
1	Получение заготовки (отрезка)		
2	Предварительная механическая обработка		
3	Закалка		
4	Отпуск		
5	Окончательная механическая обработка		
6	Стабилизирующее старение		
7	Гальваническое или лакокрасочное покрытие		

Таблица 24

Схема типового технологического процесса изготовления деталей
высокоточных приборов из прутка латуни и бронзы
в отожженном состоянии

Последовательность операций	Операции обработки деталей по категориям		
	1	2	3
1	Предварительная механическая обработка с оставлением припуска 1,5—2,0 мм на сторону		
2	Отжиг по режиму I		
3	Чистовая механическая обработка с оставлением припуска 0,2—0,5 мм на сторону по наиболее точным размерам		
4	Окончательная механическая обработка	Стабилизирующий отжиг по режиму II	
5	Гальваническое или лакокрасочное покрытие	Окончательная механическая обработка	
6		Гальваническое или лакокрасочное покрытие	Стабилизирующее старение по режиму III
7			Гальваническое или лакокрасочное покрытие

21/1/03

Таблица 25

Режимы термической обработки при изготовлении высокоточных деталей из латуни и бронзы в отожженном состоянии

Марка сплава	Наименование термической операции	Температура нагрева, °С	Время выдержки, ч	Условия охлаждения
Бр. АЖц-2	Отжиг по режиму I	650—750	1,0—1,5	С печью до температуры 150°C, далее на воздухе
Бр. АЖц-4	То же	700—750	1,0—1,5	То же
	Стабилизирующий отжиг по режиму II	310—330	1,0—1,5	"
	Стабилизирующее старение по режиму III	130—150	4,0—6,0	Воздух
Бр. ОФБ.5-0,15	Отжиг по режиму I	475—675	1,0—1,5	С печью до температуры 160°C, далее на воздухе
Бр. ОФ7-0,2	Стабилизирующий отжиг по режиму II	290—310	1,0—1,5	То же
	Стабилизирующее старение по режиму III	130—150	4,0—6,0	Воздух
Бр. КМцА-1	Отжиг по режиму I	600—700	1,0—1,5	С печью до температуры 160°C, далее на воздухе
	Стабилизирующий отжиг по режиму II	290—310	1,0—1,5	То же
	Стабилизирующее старение по режиму III	130—150	4,0—6,0	Воздух
Л68	Отжиг по режиму I	450—700	1,0—1,5	С печью до температуры 160°C, далее на воздухе
Л63	То же	400—600	1,0—1,5	То же
Л639-1	"	400—600	1,0—1,5	"
Л062-1	"	400—600	1,0—1,5	"
	Стабилизирующий отжиг по режиму II	180—200	1,0—1,5	Воздух
	Стабилизирующее старение по режиму III	130—150	4,0—6,0	То же

2/8/05

Таблица 20

Схема типового технологического процесса изготовления деталей высокоточных приборов из латуней и бронз, применяемых в нагартованном состоянии.

Последовательность операций	Операции обработки деталей по категориям		
	1	2	3
1	Окончательная механическая обработка	Предварительная механическая обработка с оставлением припуска 1,5—2,0 мм на сторону	
2	Отжиг по режиму I		
3	Гальваническое или лакокрасочное покрытие	Окончательная механическая обработка	Чистовая механическая обработка с оставлением припуска 0,2—0,5 мм на сторону по наиболее точным размерам
4	—	Стабилизирующий отжиг по режиму II	
5	—	Гальваническое или лакокрасочное покрытие	Окончательная механическая обработка
6	—	—	Стабилизирующее старение по режиму III
7	—	—	Гальваническое или лакокрасочное покрытие

Примечание. Для деталей 3 категории антикоррозионное покрытие может выполняться перед стабилизирующим старением.

2181/05

Таблица 27

Режимы термической обработки при изготовлении деталей
высокоточных приборов из латуней и бронз,
применяемых в нагартованном состоянии

Марка сплава	Наименование термической операции	Температура нагрева, °C	Время выдержки, ч	Условия охлаждения
Бр. АМц9-2 Бр. АЖ9-4	Отжиг по режиму I	310—330	1,0—1,5	С печью до температуры 150°C, далее на воздухе
	Стабилизирующий отжиг по режиму II	310—330	1,0—1,5	С печью до температуры 100°C, далее на воздухе
	Стабилизирующее старение по режиму III	130—150	4,0—6,0	Воздух
Бр. ОФ6,5—0,15 Бр. ОФ7-0,2 Бр. КМцЗ-1	Отжиг по режиму I	290—310	1,0—1,5	С печью до температуры 150°C, далее на воздухе
	Стабилизирующий отжиг по режиму II	290—310	1,0—1,5	С печью до температуры 100—150°C, далее на воздухе
	Стабилизирующее старение по режиму III	130—150	4,0—6,0	Воздух
Бр. Х08	Отжиг по режиму I	340—360	6,0—7,0	С печью до температуры 150°C, или на воздухе
	Стабилизирующий отжиг по режиму II	340—360	3,0—4,0	С печью до температуры 100°C, далее на воздухе
	Стабилизирующее старение по режиму III	110—130	4,0—6,0	Воздух
АМЦ15-20	Отжиг по режиму I	390—410	1,0—1,5	С печью до температуры 150°C, или на воздухе
	Стабилизирующий отжиг по режиму II	390—410	1,0—1,5	Вакуум
	Стабилизирующее старение по режиму III	130—150	4,0—6,0	Воздух

21.8.1/05

Продолжение табл. 27

Марка сплава	Наименование термической операции	Температура нагрева, °C	Время выдержки, ч	Условия охлаждения
ЛБЗ ЛБЗ	Отжиг по режиму I	220—240	1,0—1,5	Воздух
ЛС70-1 ЛО62-1	Стабилизирующий отжиг по режиму II	180—200	1,0—1,5	
	Стабилизирующее старение по режиму III	130—150	1,0—6,0	

Примечание. Если недопустимо окисление поверхностей деталей стабилизирующий отжиг бронз по режиму II производить в вакууме или в защитной среде.

20/12/74

Схема типового технологического процесса изготовления деталей
высокоточных приборов из бериллиевой бронзы Бр. Б2,
применяемой в термически упроченном состоянии

Последовательность операций	Операции обработки деталей по категориям		
	1	2	3
1	Получение заготовки		
2	Предварительная механическая обработка с припуском 1,5—2,0 мм на сторону		
3	Закалка		
4	Окончательная механическая обработка	Чистовая механическая обработка с оставлением припуска 0,2—0,5 мм на сторону по наиболее точным размерам	
5	Старение по режиму I		
6	Гальваническое или лакокрасочное покрытие	Окончательная механическая обработка	
7		Гальваническое или лакокрасочное покрытие	Стабилизирующее старение по режиму II
8			Гальваническое или лакокрасочное покрытие

Примечания:

1. Операцию 2 выполнять для деталей толщиной более 10 мм.
2. Для деталей 3 категории антикоррозионное покрытие может выполняться перед стабилизирующим старением.

2.18.1/05

Таблица 29

Режимы термической обработки при изготовлении деталей
высокоточных приборов из прутка бериллиевой бронзы БрБ2,
применяемой в термически упроченном состоянии

Марка сплава	Твердость HV(H _{RC})	Наименование термической операции	Температу- ра нагрева, °C	Время выдержки, ч	Условия охлаждения
БрБ2	300— 395	Закалка	760—780	В зависимо- сти от тол- щины	Вода
		Старение по режиму I	310—320	2	Вакуум или защитная среда, или воздух
		Стабилизирующее старе- ние по режиму II	90—110	3—4	То же

Примечания:

1. Охлаждение с печью до температуры 100°C производить в случае старе-
ния в вакууме (давление не более 10⁻⁴ мм рт. ст.), когда недопустимо поверх-
ностное окисление деталей.

2. Температуру старения допускается назначать в зависимости от требуемой
твердости.

3. Для деталей с толщиной менее 0,5 мм производить замер твердости на
приборе ПМТ ГОСТ 10717-64.

218/105

Схема типового технического процесса
изготовления деталей высокоточных приборов из титановых сплавов

Последовательность операций	Операции обработки деталей по категориям		
	1	2	3
1	Отжиг по режиму I (кроме сплава BT14)		
2	Предварительная механическая обработка с припуском 1 мм на сторону (для сплава BT14)		
3	Упрочняющая термообработка для сплава BT14 (закалка, старение)		
4	Окончательная механическая обработка	Чистовая механическая обработка с оставлением припуска 0,2—0,5 мм на сторону по наиболее точным размерам	
5	—	Стабилизирующий отжиг по режиму II	
6	—	Окончательная механическая обработка	
7	—	Термостойкая стабилизирующая обработка по режиму III Стабилизирующее старение (для сплавов BT3-1, BT14)	

21/1/05

Таблица 31

Режимы термической обработки при изготовлении деталей
высокоточных приборов из титановых сплавов

Марка сплава	Наименование термической операции	Вид полуфабриката	Температура нагрева или охлаждения, °C	Время выдержки, ч	Условия нагрева и охлаждения
BT1-00 BT1-0	Отжиг по режиму I	Полоски	700—810	1,0—1,5	Вакуум при $P_{ост} \leq 10^{-3}$ мм рт. ст. С печью до температу- ры 100°C, далее на воз- духе
		Прутки	670—700	1,0—1,5	Воздух
		Листы	520—540	0,5—1,0	То же
	Стабилизирующий отжиг по режиму II	Все виды	490—510	1,0—1,5	Вакуум при $P_{ост} \leq 10^{-3}$ мм рт. ст. С печью до температу- ры 100°C, далее на воз- духе
	Термоциклическая стабилизирующая обработка (3 цикла) по режиму III: охлаждение нагрев	То же	Минус 60 100	0,5—1,0 1,0—2,0	Воздух или жидкость То же При третьем цикле — воздух
BT3 BT5Л BT6-1	Отжиг по режиму I	"	710—760	1,0—1,5	Вакуум при $P_{ост} \leq 10^{-3}$ мм рт. ст. С печью до температу- ры 100°C, далее на воз- духе
	Стабилизирующий отжиг по режиму II	"	490—510	1,0—1,5	То же
	Термоциклическая стабилизирующая обработка (3 цикла) по режиму III: охлаждение нагрев	"	Минус 60 100	0,5—1,0 1,0—2,0	Воздух или жидкость То же При третьем цикле — воздух

2/8/05

Продолжение табл. 31

Марка сплава	Наименование термической операции	Вид полуфабриката	Температура нагрева или охлаждения, °C	Время выдержки, ч	Условия нагрева и охлаждения
ВТ6	Отжиг по режиму I	Повковки Штамповки	740—760	1,0—1,5	Вакуум при $P_{ост} < 10^{-3}$ мм рт. ст. С пещью до температуры 100°C, далее на воздухе
		Прутки Листы	790—810	1,0—1,5	Воздух
	Стабилизирующий отжиг по режиму II	Все виды	540—560	1,0—1,5	Вакуум при $P_{ост} < 10^{-3}$ мм рт. ст. С пещью до температуры 100°C, далее на воздухе
	Термодинамическая стабилизирующая обработка (3 цикла) по режиму III: охлаждение, нагрев	То же	Минус 50 100	0,5—1,0 1,0—2,0	Воздух или жидкость То же При третьем цикле — воздух
ВТ8	Отжиг по режиму I	Повковки Штамповки	740—760	1,0—1,5	Вакуум при $P_{ост} < 10^{-3}$ мм рт. ст. С пещью до температуры 100°C, далее на воздухе
		Прутки Листы	1-я ступень 870—890 2-я ступень 580—600	1,0—1,5	Воздух
	Стабилизирующий отжиг по режиму II	Все виды	540—560	1,0—1,5	Вакуум при $P_{ост} < 10^{-3}$ мм рт. ст. С пещью до температуры 100°C, далее на воздухе

2081/05

Продолжение табл. 31

Марка сплава	Наименование термической операции	Вид нагрузки	Температура нагрева или охлаждения, °C	Время выдержки, ч	Условия нагрева и охлаждения
ПТЗ-1	Термостатическая стабилизирующая обработка (Знак-30) по режиму III; охлаждение: нагрев	Песчаный	Минус 50 100	0,5—1,0 1,0—2,0	Воздух или жидкость То же При тряске — воздух
	Отжиг по режиму I	То же	470—520	1,0—1,5	Перенос в печь с температурой 550—600°C — 2—5 ч, далее на воздух
	Стабилизирующий отжиг по режиму II	"	530—620	0,5—1,0	Вакуум при $P_{ост} \leq 10^{-3}$ мм рт. ст. С печью до температуры 100°C, далее на воздух
ПТ14	Стабилизирующее старение	"	140—160	2,5—3,0	Воздух
	Упрочняющая термическая обработка: закалка старение	"	870—890 500—550	0,5—1,0 8,0—12,0	Воздух Воздух
	Стабилизирующий отжиг по режиму II	"	400—450	1,0—2,0	То же
	Стабилизирующее старение	"	160—180	1,0—3,0	"

Примечание: Термическая обработка ПТ14 после закалки и старения.
— ИРГ 35.41.

21/51/05

Таблица 32

Схема типового технологического процесса изготовления деталей из сталей 10X13, 30X13, 40X13 и 35 с применением пайки припоем ПСр 72

Последовательность операций	Операции обработки деталей по категориям		
	1	2	3
1	Пайка		
2	Чистовая механическая обработка с оставлением припуска 0,2—0,8 мм на сторону по базовым и точным размерам		
3	Стабилизирующий отжиг (табл. 34)		
4	Гальваническое или лакокрасочное покрытие (для стали 35)		
5	Окончательная механическая обработка		
6	Стабилизирующее старение (табл. 34)		

Примечание. Пайку припоем ПСр 72 производить в водородной печи.

218.105

© - глос. логич. 19.01.77

Таблица 33

Схема типового технологического процесса изготовления деталей из стали 35
с применением пайки медью

Последовательность операций	Операции обработки деталей по категориям		
	1	2	3
1	Пайка		
2	Нормализация (для стали 35)		Чистовая механическая обработка с оставлением припуска 0,2—0,8 мм на сторону по базовым и точным размерам
3	Стабилизирующий отжиг	Чистовая механическая обработка с оставлением припуска 0,2—0,8 мм на сторону по базовым и точным размерам	
4	Гальваническое или лакокрасочное покрытие	Стабилизирующий отжиг	
5	Окончательная механическая обработка	Гальваническое или лакокрасочное покрытие	
6	—	Окончательная механическая обработка	
7	—	—	Стабилизирующее старение

Примечание. Пайку медью производить в водородной печи.

2181/03

Табл. № 34

Режимы стабилизирующей термической обработки лавных деталей
из сталей 10X13, 20X13, 40X13 и 35

Последовательность операций	Температура нагрева, °C	Время выдержки, ч	Условия охлаждения
Нормализация (для сталей 35)	750—800	—	В масле водород в течение 30—60 мин до температуры 100°C, далее на воздухе
Стабилизирующий отпуск	400—450	4—8	Вакуум при $P_{ост} = 10^{-3}$ мм рт. ст. С печью до температуры 100°C, далее на воздухе
Стабилизирующее старение	180—170	8—10	Воздух

Примечание. Если поверхность деталей из стали 35 не окончательно обработана до пайки, допускается проводить нормализацию в печах с воздушной атмосферой.

24.1/05

Таблица 35

Схема типового технологического процесса
изготовления сборочных единиц высокоточных приборов

Последовательность операций	Операции обработки сборочных единиц по типу		
	1	2	3
1	Сборка деталей (запрессовка)	Сборка деталей	
2		Механическая обработка с припуском до 0,1 мм с одной стороны	—
3	Термоциклическая стабилизирующая обработка		
4	Окончательная механическая обработка (дополки) в соответствии с чертежом		
5	Стабилизирующее старение		

Примечание. Мелкие отверстия диаметром менее 3 мм разрешается выполнять после стабилизирующих обработок, если их выполнение на опытной партии не вызвало поводок деталей.

218/105

Таблица 36

Режимы стабилизирующей термической обработки сборочных единиц

Последовательность операций	Наименование термической операции	Температура нагрева или охлаждения, °С	Время выдержки, ч	Условия охлаждения
1	Термоциклическая стабилизирующая обработка (3 цикла): охлаждение	Минус 60—минус 70	1	Перенос в термостат с температурой 120—140°С
	нагрев	120—140	1	Воздух
2	Стабилизирующее старение	120—140	6—8	То же

Примечание. Термоциклическую стабилизирующую обработку разрешается производить в емкостях, заполненных сухим газом, в этом случае при переключении обработки в термокамерах переключение с холода на тепло и с тепла на холод допускается производить, не выгружая детали из камеры.

4. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

4.1. После упрочняющей термической обработки детали необходимо подвергать контролю на соответствие с требованиями чертежа.

4.2. Контроль механических свойств и качества упрочняющей термической обработки следует проводить в соответствии с технической документацией, действующей на предприятии-изготовителе, и государственными стандартами:

— твердость стальным шариком по Бринеллю на приборе типа ТБ определяется согласно ГОСТ 9012—59. Этим методом испытывают, главным образом, болты и гайки с твердостью от 8 до 450 единиц по черным и легированным металлам и сплавам;

— твердость вдавливающим шариком или конусом по Роквеллу на приборе типа ТР определяется согласно ГОСТ 9013—59.

В зависимости от твердости материала применяются наконечники двух типов: стальной шарик диаметром 1/16" для испытания металлов малой и средней твердости при суммарной (основной и предварительной) нагрузке 100 кг и алмазный конус с углом при вершине 120° для испытания твердых металлов при суммарной нагрузке 60 и 140 кг; 150 кг;

О-ГЗ066-1004.77

— твердость плавлением алмазной пирамиды по Виккерсу на приборе типа ТВ определяется согласно ГОСТ 2999 ~~44~~ Этим методом определяется твердость деталей имеющих тонкие диффузионные слои пропесов, азотировании цементации, а также деталей с поверхностью, закаленной на заданную глубину, и имеющих твердость от 8 до 1000 единиц;

— микротвердость плавлением алмазной пирамиды определяется согласно ГОСТ 9450-60. Этот метод применяется для определения твердости отдельных структурных составляющих, свойств тонких поверхностных слоев и в других случаях; испытания на растяжение проводятся согласно ГОСТ 1497-73;

— ударная вязкость при нормальной температуре определяется согласно ГОСТ 9156-60

4.3. Контроль качества и глубины цементации осуществляется при помощи образцов-свидетелей, изготовленных из той же марки стали, из которой изготовлены детали, или из малоуглеродистой стали марок 10, 13.

Глубина цементации определяется отпуском закаленного свидетеля до появления цвета побежалости и центрированный слой и сердечника окрашиваются в разные цвета.

4.4. Качество проведения стабилизирующей термической обработки контролируется полным соблюдением установленного технологического режима.

4.5. Геометрическая стабильность деталей и сборочных единиц проверяется по сохранению постоянства выходных параметров готового прибора после климатических и во время статических испытаний.

4.6. Все высокоточные измерения должны производиться в условиях строго постоянной температуры.

5. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1. При стабилизирующей термической обработке деталей и сборочных единиц высокоточных приборов могут возникнуть следующие виды опасности (вредности):

- электроопасность;
- пожаро- и взрывоопасность;
- термическая опасность;
- опасность химических ожогов;
- опасность травмирования от движущихся частей оборудования;
- отравление.

2181/08
© 1986 Издательство

5.2. Источниками (носителями) опасности являются:

а) электрооборудование.

Поражение электрическим током может произойти при:

- прикосновении к металлическим частям оборудования, которые могут оказаться под напряжением в результате ненадежного заземления;
- некачественной изоляции наружной электропроводки;
- нарушении работы блокировочных устройств, отключающих питание электрической сети при загрузке и выгрузке электрических печей;

б) пожаро- и взрывоопасные материалы.

Пожар может произойти при загорании закалочного масла.

Взрыв может произойти при:

- неправильном хранении и эксплуатации баллонов с аммиаком (работа на установках для светлой закалки), с жидким азотом (обработка деталей холодом);
- перегреве селитры выше температуры 600°C (обработка деталей в селитровых ваннах);
- напике в активной газовой среде водорода;
- подготовке к процессу цементации твердым карбюризатором;

в) нагретые части электропечей, печей-ванн, закалочных баков, нагретые детали.

Тепловой ожог может возникнуть при:

- ручной загрузке и выгрузке из электрических печей, печей-ванн, закалочных баков;
- разбрызгивании горячего масла, расплавов солей, щелочей и селитры;

г) химически активные вещества.

Химический ожог может возникнуть при попадании щелочи, селитры, сухого льда, жидкого азота на кожу работающих;

д) движущиеся части оборудования.

Механические травмы могут возникнуть при транспортировке корзин и ящиков с деталями, приспособлений и др.;

е) токсичные материалы.

Отравления работающих могут возникнуть от воздействия:

- паров щелочей и селитры — при работе на печах-ваннах;
- аммиака — при работе на установках для светлой закалки;
- азота — при обработке деталей холодом;
- бериллия и бериллиевых бронз — при термической обработке.

5.3. Для обеспечения безопасности работающих необходимо предусмотреть:

а) для предупреждения электроопасности:

88/18/118

— надежное заземление металлических частей электрических печей, печей-ванны и электролизаторов, которые могут оказаться под напряжением в результате некачественного заземления;

— качественную изоляцию наружной электропроводки;

— блокировку, отключающую электрическое питание при загрузке и выгрузке электрических печей;

— предохранительные устройства, отключающие электроэнергию в случае перегрева нагревательных элементов печи и перегрузки в электросети;

— издание «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденных Госэнергонадзором 12 апреля 1969 г.;

б) для предупреждения пожаро- и взрывоопасности:

— плотно закрывающиеся крышки для закаточных машин;

— изолированные помещения, снабженные приточно-вытяжной вентиляцией, выполненной взрывопо-безопасном исполнении, для проведения процесса цементации твердым карбюризатором, приготовление которого идет с выделением угольной пыли;

— контроль нагрева селитры не выше температуры 550—600°C;

— отдельные помещения для хранения баллонов со сжиженным азотом и аммиаком;

— транспортировку и хранение баллонов в устойчивом положении, закрепленных специальными хомутками, исключающими возможность их падения;

— приточно-вытяжную вентиляцию на участке водородной пайки, не связанную с общей вентиляционной системой предприятия, так как содержание водорода в воздухе более 9,5% может привести к образованию взрывоопасной смеси. Содержание водорода в воздухе не должно превышать 1,9%;

— автоматические сигнальные устройства, сообщающие о прекращении оттока и притока воздуха;

— продувка перед запуском водородной печи азотом под давлением 0,3—0,5 атм в течение 15—20 мин.

Если при работе печи прервана подача водорода, возобновлять его подачу категорически воспрещается. В этом случае необходимо охладить печь до температуры 50°C и провести новый запуск печи, начиная с продувки;

— специальное помещение для хранения баллонов с водородом с приточно-вытяжной вентиляцией, оборудованное стойками для крепления баллонов в вертикальном положении;

9/8/68

- специально оборудованные места для хранения противопожарного инвентаря;
- соблюдение «Типовых правил противопожарной безопасности для промышленных предприятий», утвержденных ГУПО МВД СССР 25 августа 1954 г.;
- соблюдение «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением», утвержденных Госгортехнадзором СССР 19 мая 1970 г.;
- в) для предупреждения термоопасности:
 - теплоизоляцию стенок и заслонок печей, печей-ванн, обеспечивающую температуру их наружной поверхности не выше 45°C;
 - погружение деталей в расплавленную соль (щелочь), селитру, предварительно подогретых до температуры 100–150°C, во избежание разбрызгивания расплава;
 - специальные клещи для переноса нагретых деталей;
- г) для предупреждения опасности химического ожога:
 - изолированный участок термической обработки в печах-ваннах;
 - погружение деталей в расплавленную соль (щелочь), селитру, предварительно подогретых до температуры 100–150°C, во избежание выброса соли;
 - добавление в ванну соли (щелочи) только хорошо просушенной, небольшими порциями при помощи ковша с длинной ручкой;
 - уровень раствора в ваннах не более чем на 0,7 высоты;
 - фонтанчики и нейтрализующие растворы для окискипания кожи от случайно попавших на нее брызг или капель щелочей и селитры;
 - изолированные помещения для хранения щелочи и селитры в закрытой металлической таре;
 - клещи длиной не менее 70 см для работающих с сухим льдом;
- д) для предупреждения опасности травмирования от движущихся частей оборудования:
 - соблюдение «Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов», утвержденных Госгортехнадзором 30 декабря 1969 г.;
- е) для предупреждения отравления:
 - местные отсосы от печей-ванн, выделяющих пары щелочей, селитры, от закалочных масляных баков, от баллонов с аммиаком и азотом;
 - плотно закрывающуюся тару для хранения материалов с четкими наименованиями и надписью «Огнеопасно»;

— соблюдение «Санитарных правил при работе с бериллием и его соединениями», введенных служебной запиской Министерства от 25 июня 1974 г. № 305/70.

5.4. При проведении термической обработки деталей применять следующие методы и средства контроля параметров опасности (вредности):

- в электронагревах и печах-пайках систематически контролировать изоляцию и заземление в соответствии с ПУЭ изд. IV (гл. 1—6);

- контроль воздушной среды на участке водородной пайки проводить сигнализатором СВК-ЗМ1;

- периодический контроль воздуха на содержание вредных веществ.

5.5. При выполнении указанных технологических процессов работающие должны быть снабжены защитными средствами и спецодеждой; предусмотренными «Типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений рабочим и служащим машиностроительных металлообрабатывающих производств», утвержденными постановлением Госкомитета Совета Министров СССР по вопросам труда и заработной платы и Президиума ВЦСПС № 1097/11-27, от 30 декабря 1959 г.

При разработке технологических процессов руководствоваться «Правилами техники безопасности и производственной санитарии по термической обработке металлов», утвержденными постановлением Президиума ЦК профсоюза рабочих машиностроения 6 июля 1960 г., согласованными с Главной государственной санитарной инспекцией СССР, введенными приказом Министерства от 26 мая 1967 г. № 238.

2186/05

6. МАТЕРИАЛЫ

Наименование	ГОСТ или ТУ
Аэот газообразный и жидкий технический	ГОСТ 9201-74
Аммиак жидкий синтетический (1 сорт)	ГОСТ 6221-70
Бронзы безоловянные Бр. АМц9-2, Бр. АЖ9-1, Бр. КМц3-1	ГОСТ 4935-54
Бронза хромистая Бр. X08	ИМТУ 32-99-53
Бронза бериллиевая Бр. Б2	ГОСТ 1789-70
Давольна углерода-твердая (сухой лед)	ГОСТ 12162-66
Латунь Л68, Л63, Л062-1, ЛС30-1	ГОСТ 17522-70
Масло индустриальное 12 (H-12A)	ГОСТ 17522-70
Масло индустриальное 20 (H-20A)	ГОСТ 17522-70
Масло индустриальное 30 (H-30A)	ГОСТ 17522-70
Масло индустриальное 40 (H-40A)	ГОСТ 17522-70
Масло индустриальное 50 (H-50A)	ГОСТ 17522-70
Масло индустриальное 60 (H-60A)	ГОСТ 17522-70
Прутки из оловянно-фосфористой бронзы Бр. ОФ7-0,2, Бр. ОФ6,5-0,15	ГОСТ 10021-62
Принной ПСр 72	ГОСТ 8179-56
Прутки горячекатаные и кованые из стали марки 4Х13Н6ЛВФ (ЭП-354)	ТУ 14-1-500-71
Сплавы алюминиевые деформируемые АД, АД1, АМц, АМг1, АМг2, АМг3, АМг6, Д1, Д16, В95, АК6	ГОСТ 4784-68
Сплав магниевый МА8, МА2-1	ГОСТ 14957-69
Сплав магниевый Мг5, Мг10	ГОСТ 2854-64
Сплавы алюминиевые АД2, АД9, АД24	ГОСТ 2685-63
Сплавы литейные 15Л, 35Л, 45Л, 50Л	ГОСТ 977-65
Сплавы литейные 20Х13Л, 10Х17Н3СЛ	ГОСТ 2176-67
Сплавы никелевые и медноникелевые МНЦ15-20	ГОСТ 492-73
Сталь углеродистая качественная конструкционная 08к, 10, 35, 45, 50	ГОСТ 1050-74

О-13016 100х77

РЕКОМЕНДУЕМОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ к ОСТ 4 ГО. 054.101
ОБОРУДОВАНИЕ

Наименование	ГОСТ, ТУ или тип	Максимальная рабочая температура, °C	Размеры рабочего пространства, мм			
			Ширина или диаметр	Длина	Высота или глубина	
Камерная электропечь сопротивления с окис- тельной (воздушной) ат- мосферой	СНО-3.6.2/10-M1	1000	300	600	200	
	СНО-3.6.5.2/10-M1	1000	300	650	200	
	СНО-3.4.5.2/15-M2	1500	300	450	200	
	СНО-4.8.2.6/10-M1	1000	400	800	260	
Камерная электропечь сопротивления с защит- ной атмосферой	СНЗ-3.6.5.2/10-M1	1000	300	650	200	
	СНЗ-4.8.2.6/10-M1	1000	400	800	260	
	СНЗ-6.12.4/10-M1	1000	600	1200	400	
	СНЗ-6.12.4/12-M1	1200	600	1200	400	
Камерная электропечь с карбонидовыми наг- ревателями	Г-30А	1300	300	400	250	
Шахтная электропечь сопротивления для газо- вой цементации и нитро- цементации	Ц-35Б	950	300	—	600	
	Ц-60А	950	450	—	600	
	Ц-75Б	950	450	—	900	
	Ц-105А	950	600	—	1200	
Соляная электропечь сопротивления	СВС-1.5.3.4/8.5-M1	850	150	300	400	
	СВС-3.5.8.4/6.5-M1	650	350	800	400	
	СВС-35/13-M1	1300	250	360	450	
Соляные электропечи сопротивления с ме- таллическими тягами с внешним обогревом	СВГ-1.5.2/8.5-M1	850	200	—	350	
	СВГ-2.5.3.5/8.5-M1	850	300	—	535	
	СВГ-3.5.4/8.5-M1	850	400	—	535	

2181/05

Продолжение

Наименование	ГОСТ, ТУ или тип	Максимальная рабочая температура, °C	Размеры рабочего пространства, мм			
			Ширина или диаметр	Длина	Высота или глубина	
Элеваторная, вакуум- ная электропечь сопротив- ления	СЭВ-2.2/11.5-М1	1150	200	—	200	
	СЭВ-3.3/11.5-М1	1150	300	—	300	
	СЭВ-6.5/11.5-М1	1150	500	—	500	
	ОКБ-8085	1300 (при вакууме) 1100 (при водоро- де)	470	—	700	
	ОКБ-Ж-36	1700 (при вакууме) 1600 (при водоро- де)	310	—	600	
Колпачковая вакуум- ная электропечь сопротив- ления	СГВ-2.3/15.2-М1	1500	200	—	300	
	ЦЭП-301	1200	250	—	370	
Термокамера	ТКСИ-01-70	(70—100)	600	500	380	
Шахтная электропечь сопротивления с окис- лительной (воздушной) атмосферой	СШО-15.30/7	700	1500	—	3000	
	ПШ-34М	650	950	—	1220	
Ламповый генератор для индукционного на- грева		Макси- мальная потреб- ляемая мощ- ность, кВт				
	ЛГЗ-10	17,5	1180	—	1020	
	ЛГЗ-30	50,0	2750	—	1500	
	ЛРЗ-60	100,0	2700	—	1500	
	ЛПЗ-67	100,0	4100	2500	2025	

22.11.05

Продолжение

Наименование	ГОСТ, ТУ или стандарт	Максимальная рабочая температура, °C	Размеры рабочего устройства, мм			
			диаметр	длина	высота или глубина	
Измерительные приборы						
Термометры	ИИЛ ГОСТ 6616-174	1300				
Термометры-термисты	ТХА ГОСТ 6616-174	1000				
	ТХК ГОСТ 6616-174	600				
Потенциометр	ЭПД-07					
	ЭПД-12					
	ЭПД-27					
	ЭПД-12					
	ЭПД-107					
	ЭПД-12					
	ПСР-01					
Термометр	ТБ ГОСТ 13405-67					
Термометр	ТД ГОСТ 13405-67					
Термометр	ТР ГОСТ 13407-67					
Прибор для измерения микротвердости	НМТ-2 НМТ-3 ГОСТ 10717-64					

①

2184/05

①-12060 12060/12060

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения	1
2. Технические требования	5
3. Схемы типовых технологических процессов приготовления деталей и сборочных единиц высокочастотных приборов. Режимы основной и стабилизирующей обработки дета- лей и сборочных единиц из различных металлов и спла- вов	5
4. Методы контроля	58
5. Требования безопасности	59
6. Материалы	64
Рекомендуемое приложение. Оборудование.	101

218/05

ОСТ 4 ГО.054.103
Стр. 70
Редакция 1-74

Лист регистрации изменений

Изм.	Стр. (ли- сты)	Номер измене- ния	Подпись	Дата	Изм.	Стр. (ли- сты)	Номер измене- ния	Подпись	Дата
2		13066	<i>[Signature]</i>						
6		13302	<i>[Signature]</i>	15.12.74					
<div></div>									

2/15/PS